

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-069377  
(43)Date of publication of application : 17.03.2005

(51)Int.Cl. F16C 3/02  
B23B 41/00  
C21D 9/28

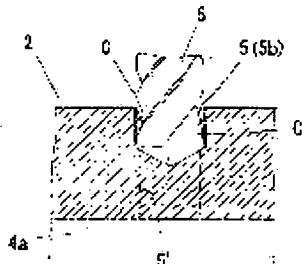
(21)Application number : 2003-300354 (71)Applicant : FUJI UNIVANCE CORP  
(22)Date of filing : 25.08.2003 (72)Inventor : TANAKA SHUJI  
YAMASHITA AKIHIRO

## (54) SHAFT FORMED WITH HOLE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shaft formed with a hole having high torsional fatigue strength by forming a nano-crystal layer in the inner peripheral surface of the hole.

SOLUTION: A steel shaft main body 2 is formed with the hole 5 from the outer peripheral surface toward an inner peripheral part. A surface of the hole 5 is formed with the nano-crystal layer C, and strength of the inner peripheral surface of the hole 5 is improved by the nano-crystal layer C to improve torsional fatigue strength of the shaft 1 formed with a hole.



(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

F 16 C 3/02

F 16 C 3/02

3 C 0 3 6

B 23 B 41/00

B 23 B 41/00

3 J 0 3 3

C 21 D 9/28

C 21 D 9/28

Z 4 K 0 4 2

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全5頁)

(21) 出願番号

特願2003-300354(P2003-300354)

(22) 出願日

平成15年8月25日 (2003.8.25)

(71) 出願人 000154347

株式会社フジユニバンス

静岡県湖西市鷺津2418番地

(74) 代理人 100097700

弁理士 増田 恒則

(72) 発明者 田中 修二

静岡県湖西市鷺津2418番地 株式会社

フジユニバンス内

(72) 発明者 山下 晃浩

静岡県湖西市鷺津2418番地 株式会社

フジユニバンス内

Fターム(参考) 3C036 AA21 LL05

3J033 AA01 AB03 AC01 BA12 BB03

4K042 AA14 BA04 CA15 DA06 DB08

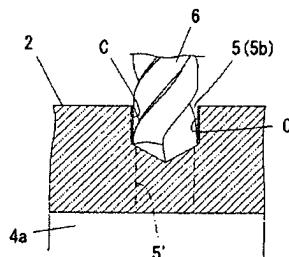
(54) 【発明の名称】孔付きシャフト

## (57) 【要約】

【課題】孔の内周面にナノ結晶層を形成することにより、捩じり疲労強度の高い孔付きシャフトを得る。

【解決手段】鋼製のシャフト主体(2)にその外周面から内周部に向かう孔(5)を形成するとともに、該孔(5)の表面にナノ結晶層(C)を形成し、該ナノ結晶層(C)により孔(5)の内周面の強度を高くして孔付きシャフト(1)の捩じり疲労強度を高める。

【選択図】図2



1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

鋼製のシャフト主体（2）にその外周面から内周部に向かう孔（5）を形成するとともに該孔（5）の表面にナノ結晶層（C）を形成したことを特徴とする孔付きシャフト。

**【請求項 2】**

硬化処理された鋼製のシャフト主体（2）を設け、孔あけ工具（6）により前記シャフト主体（2）にその外周面から内周部に向かう孔（5）をあけるとともに、該孔（5）をあける際に前記孔あけ工具（6）により孔（5）の表層部に高速大歪みを付与して該表面にナノ結晶層（C）を生成したことを特徴とする孔付きシャフト。 10

**【請求項 3】**

孔あけ工具（6）の周速は毎分 50 m 以上、送りは 1 回転当たり 0.1 mm 以下としたことを特徴とする請求項 2 記載の孔付きシャフト。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、オートマチックトランスマッショ用のインプットシャフト、アウトプットシャフト、電動モータにより回転される駆動軸等、高トルクが要求される孔付きシャフトに関し、特に外周部に潤滑用、あるいは冷却用の孔が形成された孔付きシャフトに関するものである。 20

**【背景技術】****【0002】**

従来におけるオートマチックトランスマッショ用のインプットシャフト、アウトプットシャフトは、バー切断材あるいは鍛造材等の長尺の生材を外形旋削、スライン加工、及び油孔あけ加工し、これを浸炭焼き入れ、高周波焼き入れなどにより熱処理して一次硬化処理した後、ショットピーニング加工して表面を二次硬化処理し、次いで研削加工して仕上げ、表面硬度及び疲労強度を高めるようにしていた。 30

**【特許文献 1】特公平 2-17607 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

前述したショットピーニング加工による硬化処理は、油孔においてはその口部のみが高い表面硬度及び疲労強度を有することになり、またショットピーニング加工は特殊な装置が必要になるとともに、ショットピーニング加工時にショットやグリット等が小孔（油孔）に入り込むため、該加工後の前洗浄などの工程が必要となる。さらに、ショットやグリット等が小孔（油孔）に残ったままユニットに組まれれば機能不良を発生させるため、その後の検査工程も必要となり、コストアップになるとともに生産性が低下するものであった。本発明は、上記不具合を解消した新規な孔付きシャフトを得ることを目的と 50

2

する。

**【課題を解決するための手段】****【0004】**

請求項 1 に係る発明は、鋼製のシャフト主体にその外周面から内周部に向かう孔を形成するとともに、該孔の表面にナノ結晶層を形成する構成にしたものである。

請求項 2 に係る発明は、硬化処理された鋼製のシャフト主体を設け、孔あけ工具により前記シャフト主体にその外周面から内周部に向かう孔をあけるとともに、該孔をあける際に前記孔あけ工具により孔の表層部に高速大歪みを付与して該表面にナノ結晶層を生成する構成にしたものである。

請求項 3 に係る発明は、前記孔あけ工具の周速を毎分 50 m 以上、送りを 1 回転当たり 0.1 mm 以下としたものである。

**【発明の効果】****【0005】**

本願の請求項 1 に係る発明は、孔部の表面、つまり内周面がナノ結晶層により補強されることになり、孔付きシャフトの捩じりトルク時に発生する応力集中に対して十分に耐えることができ、捩じり疲労強度の高い孔付きシャフトの小型化、軽量化を図ることができる。

本願の請求項 2 に係る発明は、孔あけ工具によって孔部の表面にナノ結晶層を形成するようにしたので、特別な装置及び後処理を要することなくナノ結晶層を形成することができ、捩じり疲労強度の高い孔付きシャフトを安価に得ることができる。

請求項 3 に係る発明は、孔あけ工具の周速を毎分 50 m 以上、送りを 1 回転当たり 0.1 mm 以下にしたので、孔部表層部の組織が高速大歪みを生じ、ナノ結晶層が円滑に生成されることになる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0006】**

以下本発明の実施例を図面に基いて説明する。図面において、図 1 は本発明が摘要される孔付きシャフトの断面図、図 2 は孔あけ工具による孔部表面へのナノ結晶層形成状態を示す要部拡大断面図、図 3 はナノ結晶層が形成された孔部の要部拡大断面図、図 4 は本発明と従来との孔あけ工具の切削条件を示す比較図である。

**【0007】**

図 1 において、1 はオートマチックトランスマッショ用のインプットシャフトからなる孔付きシャフトであり、SCM420H、SCR420H、S45C 等の焼き入れ材料により形成されている。

**【0008】**

上記孔付きシャフト 1 は以下の如くして形成する。即ち、バー切断材あるいは鍛造材等の長尺の生材を外形旋削、スライン 3a, 3b の加工、及び軸方向に延びる油導入用の横孔 4a, 4b, 4c の加工を行って所定の形状及び寸法を有するシャフト主体 2 を形成する。次いで

これを浸炭焼き入れなどの熱処理を行って歪み取り、及び硬化処理する。本例では、浸炭焼き入れを行って、表面の硬度が約6.8 GPa (700 Hv)、内部の硬度が約3.4 GPa (350 Hv)となるように硬化処理する。ついで、研削加工して仕上げる。なお、この研削加工は、次工程の横孔4a, 4b, 4c加工後に行うようにしてもよい。

#### 【0009】

次いでドリルからなる孔あけ工具6(図2)により、上記シャフト主体2の外周部にその外周面から上記各横孔10 4a, 4b, 4c向かって連通する油供給用の分岐孔5(5a, 5b, 5c...)を軸方向に所定の間隔をおいてあける。この場合、本発明は上記各分岐孔5を以下の如くしてあける。即ち、孔あけ工具6の切削条件は、図4の上段で示すナノ結晶層生成切削条件、即ち、孔あけ工具6の回転速度を、その周速が毎分50m以上、好ましくは毎分約75mとなる回転速度とし、該孔あけ工具6の送りを一回転当たり0.1mm以下、好ましくは一回転当たり約0.05mmとし、この状態で図2に示すようにして各分岐孔5をあける。

#### 【0010】

上記各分岐孔5の形成は、規定よりも小径のドリルで下孔5'(図2の仮想線)をあけ、次いで規定の径を有するドリル、又はリーマで上記下孔5'を規定の径に仕上げるようにもよい。この場合、下孔5'をあけるドリルは、図4の下段で示す従来の切削条件、即ち、周速が毎分10~20mとなる回転速度、送りが一回転当たり約0.05mmとし、該下孔5'を規定の径に仕上げるドリル、又はリーマの切削条件は前述した本発明による周速及び送りで仕上げるようにする。なお、上記下孔30 5'はシャフト主体2を焼き入れ処理する前にあけるようにしてもよい。

#### 【0011】

上記実施例によれば、孔あけ工具6の周速を従来の2.5倍以上に高めて分岐孔5を形成するようにしたので、分岐孔5の表層部の組織が高歪大歪みを生じる超強加工となり、図2、図3に示すように、該分岐孔5の表面

、つまり内周面にナノ結晶層Cが円滑に生成されることになる。実験によると、SCM420H部材の例では、上記ナノ結晶層Cは、粒径が100nm (0.1μm)、硬度が9.8GPa (980 Hv)、面粗さがRa0.7となり、孔付きシャフト1の振じり疲労強度テストをしたところ、図1の分岐孔5a, 5b, 5c部における振じり疲労強度は、付加トルク392Nmで平均378653回、付加トルク451Nmで平均95727回となり、この振じり疲労強度は、従来工法(ショットピーニング加工なし)品に比べ約20%の強度アップの評価結果となる。

#### 【0012】

本発明による孔あけ工具6は、孔の種類、深さ等によつてドリル、リーマ、ガンドリル(半月きり)等、適宜設定される。また、前述した横孔4a, 4b, 4cも前述と同様の孔加工を行つてその表面(内周面)にナノ結晶層を形成するようにしてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明が摘要される孔付きシャフトの断面図である。

【図2】孔あけ工具による孔部表面へのナノ結晶層形成状態を示す要部拡大断面図である。

【図3】ナノ結晶層が形成された孔部の要部拡大断面図である。

【図4】本発明と従来との孔あけ工具の切削条件を示す比較図である。

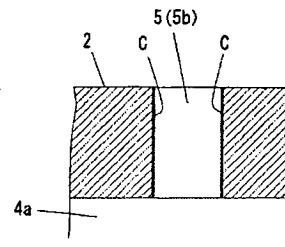
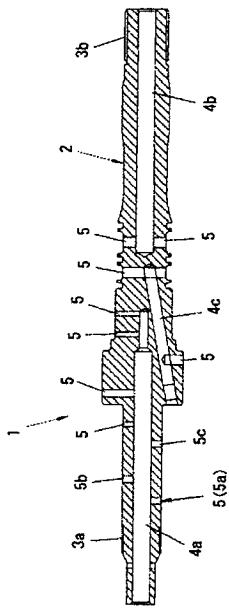
#### 【符号の説明】

#### 【0014】

- 1 孔付きシャフト
- 2 シャフト主体
- 3a, 3b スプライン
- 4a, 4b, 4c 横孔
- 5 (5a, 5b, 5c) 分岐孔
- 6 孔あけ工具
- C ナノ結晶層

#### 【図1】

【図 3】



【図 4】

焼き入れ鋼 HV500以上の材料加工における回転工具の切削条件

【図 2】

